

# GEOLOGICAL HISTORY OF MANITOBA

## Cold Manitoba – the Quaternary

### THE LATEST ICE AGES

The most recent ice ages took place in the Quaternary period. During this time, the Earth's climate alternated between cool and warm periods. When cooler (*glacial*) periods occurred, the glaciers advanced. During warmer (*interglacial*) periods, the glaciers retreated, receding up the mountains and towards the polar regions – as they are doing today.

The warmer periods often lasted several tens-of-thousands of years. During the coldest periods, massive glaciers (several kilometres thick and millions of square kilometres in area), covered much of Canada, northern Europe, Asia, and parts of the United States.

### ANIMAL CROSSINGS

During the last major glacial period, as water evaporated, it fell as snow in the northern regions. This snow got trapped in the glaciers, preventing the water from flowing back to the sea. The result was a major drop in sea level, which made it possible for an ice-free land bridge to emerge across the Bering Sea, connecting North America and Asia. Now, animals like bison, moose, caribou, bear, wolf and lynx could migrate from one continent to another, using the land bridge – the same route taken by the first humans to reach North America, roughly 23 000 years ago.

### MEANWHILE, AT HOME...

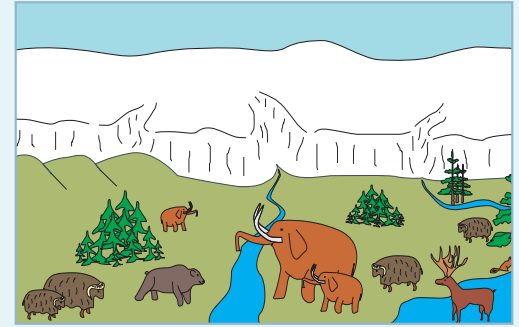
Manitoba went through many glacial/interglacial cycles in the Quaternary period and was often completely covered by ice. During the glacial periods, plants and animals were slowly forced southward into ice-free areas.

During the interglacial periods (when the ice retreated), most species gradually returned to the newly exposed landscape to find vast open areas, with vegetation consisting largely of woodlands and grasslands – similar to today. These areas provided ideal pastures for grazing animals and their predators. Large land animals, such as bison, camels, mammoths and woodland musk-ox, could be found grazing there.

### ICE MOVES OUT – HUMANS MOVE IN

The end of the last ice age ushered in major environmental changes around the world. The expanding, shrinking and shifting landscapes had dramatic consequences for the animals, eventually leading to a widespread extinction of land animals like the mammoth, camel and giant beaver. As recently as 10 000 years ago, all had disappeared from the North American landscape.

As the ice receded northwards, Paleo-Indians moved into Manitoba in pursuit of the herds of big game animals. These people were the province's first known human inhabitants. Exactly when they came is not known, but the Ojibway have legends about people who ran over the glaciers. They called them *ice runners*.

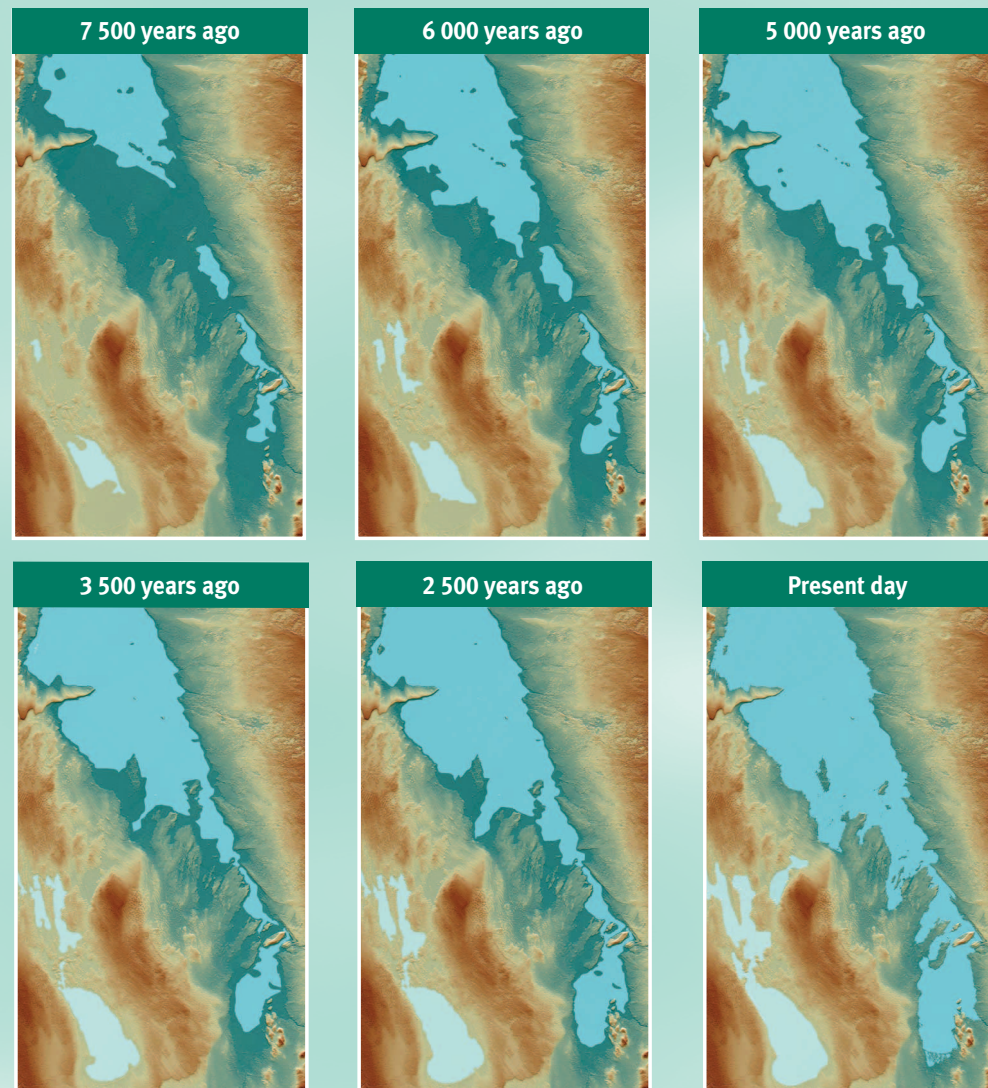


Animals such as mammoths, bison and caribou grazed in the grassland. This attracted the larger carnivores like sabre-tooth cats, bears and wolves. As the climate got warmer, camels, horses and lions also came on the scene.

## Glacial leftovers – post-glacial period – the last 7 000 years

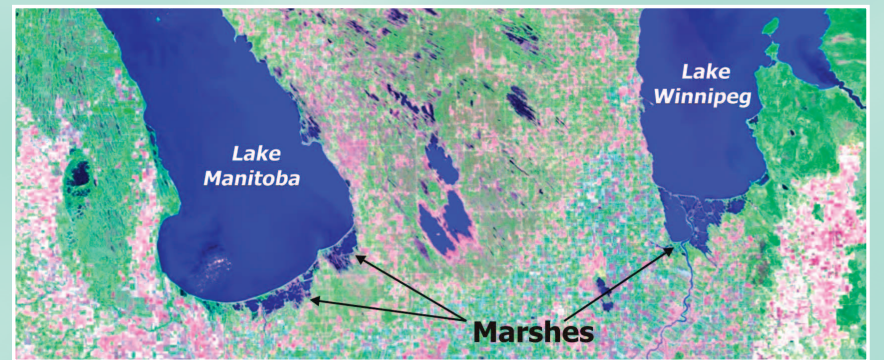
### BIG LAKES GOING SOUTH

There's a good reason why large marshes are found at the southern margins of Manitoba's big lakes (Lake Winnipeg and Lake Manitoba). They are the result of the slow but steady southward migration of the lakes, where the moving waters drown the southern shores.<sup>1</sup>



### EARTH OVERLOADED

Why are the lakes migrating south? The answer lies in the frozen depths of the last glacial period, or *ice age*. During an ice age, the Earth's crust is pressed down under the incredible weight of the ice. Though it's hard to imagine, these glacial ice sheets could be more than two kilometres thick! This is particularly significant in northern regions, where the ice was thickest and lasted the longest. In Manitoba, the Earth's crust was pressed down more than 200 metres.



### EARTH BOUNCES BACK

As the glaciers melted, the Earth's crust slowly began to return to its original position. This process is called *isostasy* and it is still happening today. The further the crust is pressed down the faster it comes back up, or rebounds. We know the ice was thickest in northern Manitoba, which means the Earth's crust is more depressed there than in the province's southern regions. As a result, Lake Winnipeg and Lake Manitoba are rising more quickly at their northern ends. The water drains north and pools behind the rising outlets, drowning the southern shorelines, to form the large marshes we see today.<sup>2</sup>

### STILL COLD

During a glaciation, the ground under the glacier is frozen very deep in the earth. After the glacier melts, the ground will stay frozen for thousands of years. This is called *permafrost*.



Outline of present-day permafrost.



## Glacial deposits – a valuable resource

### SAND AND GRAVEL – A GRITTY TEAM

Although we rarely think of it, sand and gravel is central to our daily lives. Look down. Every road you drive on, every sidewalk you stroll down, every playground you play in – the street you live on, the school you attend, the building where you work – it's a sure bet sand and gravel was used in their construction.

Our province is fortunate that large amounts of sand and gravel remain in the deposits left behind by the glacier. An added advantage is that these deposits are scattered throughout the province – this reduces the distance, and therefore the cost, of transportation to construction sites.



A. Side view.  
B. Top view.

Extinct bison molar from Manitoba. Bones, teeth and shells of animals, as well as fragments of trees and other things that lived in Manitoba during the interglacial periods, have been found in gravel pits and eroding river banks across the province.



Gravel pit showing stockpiles of different sizes of gravel. Sand and gravel from the pit is put through a machine called a screener, which sorts the material into the different sizes.



Petrified wood (top), agate and jasper (bottom), from the Souris gravel pits. These rock types were carried into Manitoba by pre-glacial rivers.



### FEATS OF CLAY

In addition to providing Manitoba with rich farmland, the clay from glacial Lake Agassiz is a major component in the manufacture of Portland cement. The large ponds near Fort Whyte were dug to provide clay for cement production. The clay is also used in producing lightweight aggregate.

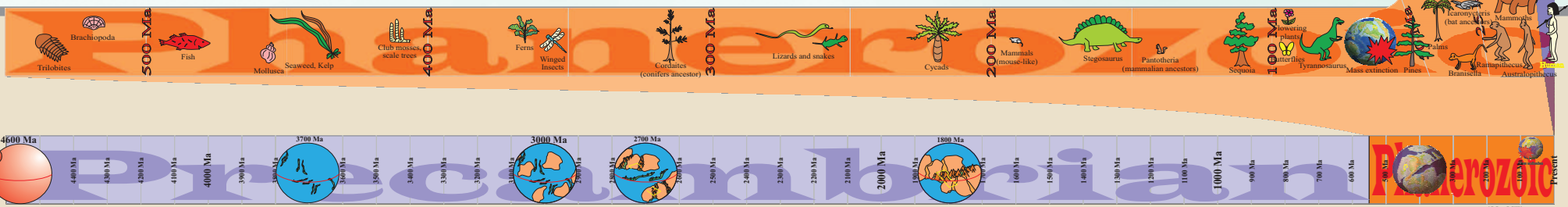
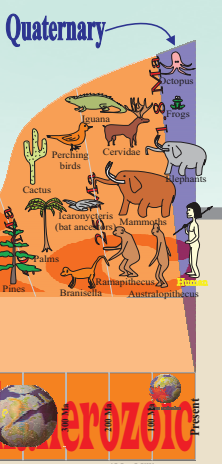


Selenite crystal. This perfectly formed selenite crystal was found in glacial-Lake-Agassiz clay deposits located around Winnipeg. Selenite is the crystal form of gypsum.

### ICE MOVEMENT – AN EXPLORATION TOOL

It's important for geologists to know the direction of glacial ice movement. To understand how the ice behaved in an area, they observe ice-flow indicators such as *striations* and *drumlins*. They also examine the types of rock fragments and minerals in the *till*. Some of these minerals are characteristic of specific ore deposits (ex: diamonds, copper). They're called *indicator minerals*. Mining companies use till-sampling as an exploration tool. When indicator minerals are found in the till, geologists know the source must be somewhere along the glacier's path.

<sup>1</sup> Evolution of lakes images created by the Manitoba Geological Survey from NASA Shuttle Radar Topography Mission data and Canadian Hydrographic Services charts.  
<sup>2</sup> Satellite image from NASA Landsat Program.





# HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU MANITOBA

## Le Manitoba sous les glaces – Le quaternaire

### LES GLACIATIONS LES PLUS RÉCENTES

C'est au cours de la période Quaternaire, alors que le climat de la Terre fluctuait entre périodes froides et périodes chaudes, que se sont produites les époques glaciaires les plus récentes. Les périodes plus froides (*glaciaires*) provoquaient l'avance des glaciers. Lors des périodes plus chaudes (*interglaciaires*), les glaciers rétrécissaient et se retiraient au sommet des montagnes et vers les régions polaires, comme ils le font à présent.

Les périodes interglaciaires duraient souvent des dizaines de milliers d'années. Au cours des périodes glaciaires, des glaciers énormes (de plusieurs kilomètres d'épaisseur et de millions de kilomètres carrés de superficie) recouvraient la majeure partie du Canada, de l'Europe du Nord et de l'Asie, ainsi que certaines parties des États-Unis.

### MIGRATIONS ANIMALES

Au cours de la dernière grande glaciation, à mesure que l'eau s'évaporait, elle retombait sous forme de neige sur les régions nordiques. Cette neige s'accumulait sur les glaciers, empêchant l'eau de s'écouler de nouveau vers les mers. En conséquence, le niveau des mers a baissé considérablement, laissant émerger dans la mer de Béring un pont continental libre de glace reliant l'Amérique du Nord à l'Asie. Dès ce moment, des animaux comme le bison, l'orignal, le caribou, l'ours, le loup et le lynx pouvaient traverser ce pont continental pour migrer d'un continent à l'autre. Les premiers hommes arrivés en Amérique du Nord traversèrent le même passage il y a environ 23 000 années.

## Le travail de la planète au cours du dernier 2,6 million d'années

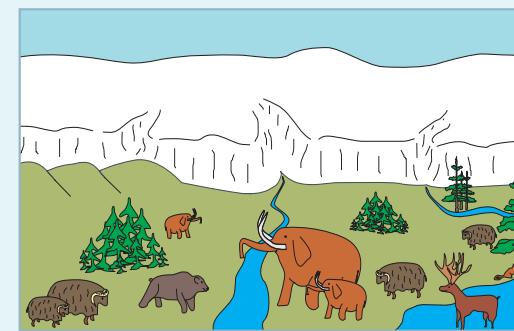
### PENDANT CE TEMPS, AU MANITOBA...

Pendant la période Quaternaire, le Manitoba a subi de nombreux cycles glaciaires et interglaciaires, et il était souvent complètement recouvert de glace. Au cours des périodes glaciaires, les plantes et les animaux étaient lentement repoussés vers le sud, dans des régions libres de glace. Lors des périodes interglaciaires (lorsque les glaces reculaient), la plupart des espèces retournaient graduellement aux paysages nouvellement exposés, y trouvant de vastes étendues ouvertes, colonisées par une végétation composée principalement de zones boisées et de prairies – un peu comme aujourd'hui. Ces étendues constituaient des pâturages idéaux pour les animaux de pacage et leurs prédateurs. De gros animaux terrestres (notamment bisons, chameaux, mammouths et bœufs musqués) paissaient alors sur ces lieux.

### DISPARITION DES GLACES – APPARITION DES HUMAINS

La fin de la dernière époque glaciaire a marqué le début de vastes changements environnementaux dans le monde entier. Les avancées, reculs et altérations des paysages ont eu des conséquences graves pour la faune et ont finalement mené à l'extinction massive d'animaux terrestres comme le mammouth, le chameau et le castor géant. Il y a à peine 10 000 ans, tous ces animaux avaient disparu de l'Amérique du Nord.

Alors que les glaces se retiraient vers le nord, des peuples paléindiens sont arrivés au Manitoba à la poursuite des troupeaux de gros gibier. Ces peuples ont constitué les premiers habitants connus de la province. Bien qu'on ne sache pas exactement à quelle date ces peuples sont arrivés, il existe des légendes ojibwées qui relatent le franchissement des glaciers par des personnes alors appelées « *coureurs de glaces* ».

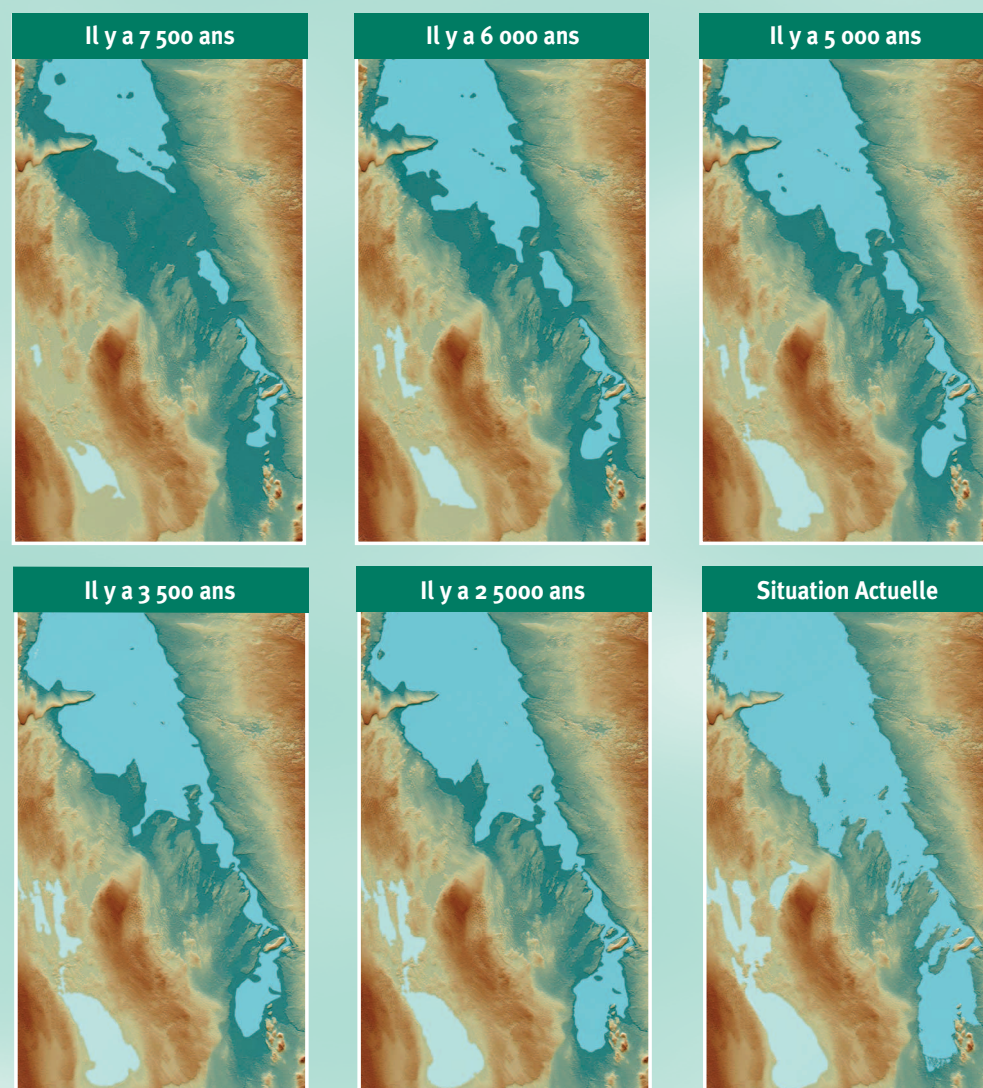


Des animaux, tels le mammoth, le bison et le caribou, paissaient dans les prairies et y ont attiré des carnivores de plus grande taille, comme le chat des cavernes, l'ours et le loup. Sous l'effet du réchauffement du climat, les chameaux, les chevaux et les lions sont également apparus sur les lieux.

## Les traces des glaciers – Période postglaciaire – Les 7 000 dernières années

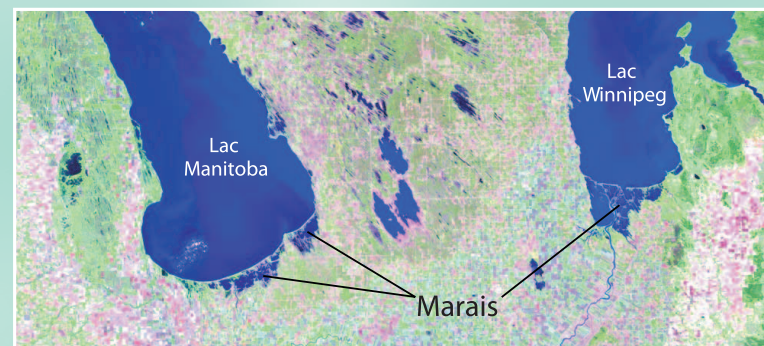
### DÉPLACEMENT DES GROS LACS VERS LE SUD

Ce n'est pas par hasard qu'il se trouve de grands marais aux extrémités sud des gros lacs du Manitoba (lac Winnipeg et lac Manitoba). Ces marais résultent de la migration lente mais régulière des lacs vers le sud, où les eaux en mouvement en submergent les rives.<sup>1</sup>



### LA TERRE ENFONCÉE SOUS LE POIDS DES GLACES

Pourquoi les lacs migrent-ils vers le sud? La réponse tient dans les profondeurs gelées de la dernière glaciation, ou époque glaciaire. Au cours d'une glaciation, la croûte terrestre est enfoncée sous le poids massif des glaces. C'est difficile à imaginer, mais ces nappes glaciaires pouvaient atteindre plus de deux kilomètres d'épaisseur! Cela s'applique particulièrement dans les régions nordiques, où la glace était plus profonde et a persisté plus longtemps. Au Manitoba, la croûte terrestre s'était enfoncée de plus de 200 mètres.

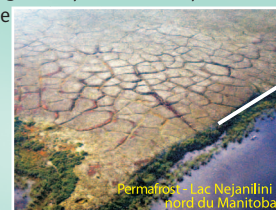


### LA TERRE REBONDIT

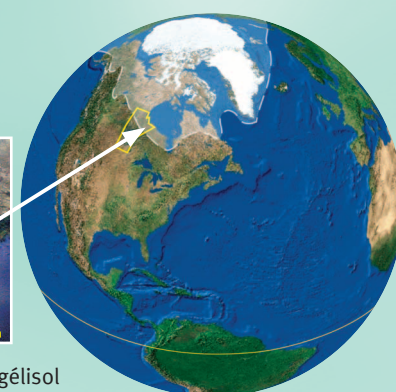
Après la fonte des glaciers, la croûte terrestre s'est lentement mise à remonter à sa position initiale. Ce processus, connu sous le nom de compensation isostatique, se poursuit de nos jours. Plus l'enfoncement de la croûte terrestre est important, plus la remontée s'effectue rapidement. Nous savons que la nappe glaciaire était plus épaisse dans le nord du Manitoba, ce qui veut dire que la croûte terrestre est plus déprimée dans cette région que dans le sud de la province. En conséquence, le relèvement est plus rapide aux extrémités nord du lac Winnipeg et du lac Manitoba. L'eau des lacs, qui s'écoule vers le nord, est retenue derrière les extrémités de sortie en relèvement. Elle déborde alors aux rives sud, formant les vastes marais qui s'y trouvent aujourd'hui.<sup>2</sup>

### TOUJOURS FROID

Durant une glaciation, le sol sous-jacent au glacier est gelé sur une grande profondeur. Après la fonte du glacier, le sol reste d'années. C'est le pergélisol.



Répartition actuelle du pergélisol

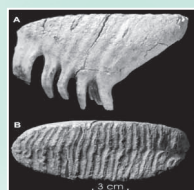


## Les dépôts glaciaires – Une ressource précieuse

### LE SABLE ET LE GRAVIER – UNE ÉQUIPE SOLIDE

Nous y pensons rarement, mais le sable et le gravier sont au cœur même de notre vie quotidienne. Baissez les yeux : que ce soit la route que vous parcourez, le trottoir que vous empruntez, le terrain de jeu où vous vous amusez, la rue où vous habitez, l'école que vous fréquentez ou l'édifice où vous travaillez, il y a fort à parier que le sable et le gravier ont servi à leur construction.

C'est heureux pour notre province que les sédiments libérés à la fonte des nappes glaciaires contiennent de grandes quantités de sable et de gravier. Ces sédiments ont l'avantage supplémentaire de se trouver partout dans la province, ce qui réduit la distance de transport vers les chantiers de construction, et donc les coûts associés au transport.



A. Vue de côté  
B. Vue en plan



Bois pétrifié (en haut), agate et jaspe (en bas) provenant des gravières de Souris. Ces types de roches ont été transportés au Manitoba par des rivières préglaciaires.

Molaire d'une espèce de bison disparue du Manitoba. Des os, dents et carapaces d'animaux, ainsi que des fragments d'arbres et d'autres organismes vivants au Manitoba pendant les périodes interglaciaires ont été découverts à l'échelle de la province dans des gravières et le long de berges érodées.

Gravière montrant des piles de gravier de différentes tailles. Le sable et le gravier issus de la carrière sont passés à travers une trieuse, machine qui répartit les matériaux en fonction de leur grosseur.

### LES PROUESSES DE L'ARGILE

En plus de contribuer à la richesse des terres agricoles du Manitoba, l'argile provenant du lac glaciaire Agassiz est un élément essentiel de la fabrication du ciment Portland. Les grands étangs près de Fort Whyte ont été creusés en vue d'extraire de l'argile pour la production de ciment. L'argile sert également à la production de granulats légers.



Cristal de sélénite de forme parfaite découvert aux alentours de Winnipeg dans des gisements d'argile laissés par le lac glaciaire Agassiz. Le sélénite est une variété de gypse qui se présente sous forme de cristaux.

### LE MOUVEMENT DES GLACES : UN OUTIL D'EXPLORATION

Il est important pour les géologues de connaître le sens du mouvement des glaces. Pour comprendre le comportement des glaces dans une région donnée, ils observent des indicateurs d'écoulement glaciaire, comme les stries et les drumlins. Ils examinent aussi les différents types de fragments rocheux et de minéraux présents dans le till. Certains de ces minéraux sont caractéristiques de gisements de minerais particuliers, comme le diamant ou le cuivre. Il s'agit des minéraux indicateurs. Pour les compagnies minières, l'échantillonnage de tills représente un outil d'exploration. Lorsque les géologues découvrent des minéraux indicateurs dans le till, ils savent qu'un gisement doit exister quelque part le long du passage emprunté par le glacier.

<sup>1</sup> Images marquant l'évolution des lacs, créées par Levés géologiques du Manitoba à partir de données recueillies par la Shuttle Radar Topography Mission de la NASA et de cartes du Service hydrographique du Canada.

<sup>2</sup> Image prise par le satellite Landsat de la NASA.

